上海地区新入侵草坪害虫早熟禾拟茎草螟的鉴定及危害

高 磊[1]，鞠瑞亭[1]，丁俊杰[2]，徐 颖[1,*]，王建国[2,*]
（1. 上海市园林科学研究所植物保护研究部，上海 200232；2. 江西农业大学农学院植物保护系，南昌 330045）

摘要：在上海发现一种取食观赏草坪矮生百慕大 *Cynodon dactylon* 的草螟科新害虫。为了明确这一新害虫的分类地位、寄主及危害状况，本研究在形态鉴定的基础上，结合线粒体细胞色素氧化酶亚基Ⅰ（COI/cox1）的测序和比对方法，对其分类地位进行了核实；并调查了其在上海地区草坪草上的发生及危害现状。形态鉴定结果表明，这一新害虫为原产于北美的早熟禾拟茎草螟 *Parapediasia teterrella*，是中国新记录属种。序列比对显示，目标样本 656 bp 的 cox1 序列与 NCBI 中已提交的 *P. teterrellus* 的 4 个 COI 条形码序列覆盖率为 100%，同源性达 100%，表明分子遗传数据支持形态鉴定结果。调查发现，早熟禾拟茎草螟寄主主要为矮生百慕大，已在上海多个区县形成危害，局部地区危害严重，种群密度最高的区域达 740 头/m^2。早熟禾拟茎草螟是中国新发现的入侵害虫，已明确其在上海地区能定殖、扩散，并形成经济危害，其入侵将威胁我国草坪产业和园林绿化的健康发展，需引起足够重视。

关键词：早熟禾拟茎草螟；草坪；入侵害虫；形态；分子鉴定；新记录；矮生百慕大
中图分类号：Q968　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2013)09-1020-06

Identification and damage of the bluegrass webworm moth, *Parapediasia teterrella* (Zincken) (Lepidoptera: Crambidae), a new invasive pest on lawns in Shanghai, Eastern China

GAO Lei[1], JU Rui-Ting[1], DING Jun-Jie[2], XU Ying[1,*], WANG Jian-Guo[2,*] (1. Department of Plant Protection, Shanghai Landscape Gardening Research Institute, Shanghai 200232, China; 2. Department of Plant Protection, School of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: An invasive insect species on turfgrasses (*Cynodon dactylon*) in lawns is newly recorded in Shanghai, Eastern China. In the current investigations, we determined the taxonomic status, host plants and damages caused by this species. The species was identified based on morphological comparison, and then confirmed by the sequencing and comparison of mitochondrial cytochrome oxidase I (COI) gene. Both morphological and molecular identification indicated that the newly invaded species is the bluegrass webworm moth, *Parapediasia teterrella*, a moth native to North America. Field investigation showed that the species was widely distributed in Shanghai and caused serious damages to turfgrasses, especially *C. dactylon*. In some parks, the maximum population density of this pest reached to 740 individuals/m^2. It is believed that this insect species should be listed as a new invasive pest in China due to its exotic and established characteristics as well as serious economic effects in the new regions. Therefore, it is urgently necessary to focus on the integrated management of newly introduced *P. teterrella* in order to reduce its threat to turfgrasses and gardening landscapes in China.

Key words: *Parapediasia teterrella*; lawn; invasive pest; morphology; molecular identification; new record; *Cynodon dactylon*

观赏草坪作为城市绿化中备受政府和广大市民喜爱的绿化形式，不仅能给人们提供自然美和蓬勃生活氛围的环境美化效果，还具有净化空气、调节气候、降低城市“热岛效应”的微环境调节功能。因

基金项目：国家自然科学基金项目(31160380, 30960223, 31300467)；上海市绿化和市容管理局攻关项目(G092401, G102403)；上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2012)第2-3号]
作者简介：高磊，男，1983年生，江苏金坛人，博士，工程师，从事昆虫多样性及生物入侵研究，E-mail: lanegall@aliyun.com
* 通讯作者 Corresponding authors, E-mail: xuying2002@gmail.com; ppdjxau@gmail.com
收稿日期 Received: 2013-01-25；接受日期 Accepted: 2013-08-07

此，草坪绿化的应用长期以来一直深受城市管理者和广大市民的推崇。在许多地区，草坪草的引进仍作为城市绿化建设的一项重点工作。然而，和其他植物交流易引起生物入侵风险一样，草坪草的引种和调运也能造成生物入侵。这其中，较为引起人们关注的是草坪草引种引起外来杂草的直接入侵；但草坪草引种造成的间接生物入侵（如病虫害的入侵）则往往易受人们的忽视。事实上，草坪草引种增加的外来病虫及其他有害杂草的入侵风险亦十分巨大，其后果同样可对土著生态系统、农林生产活动乃至人类健康构成重大威胁。

草螟科（Crambidae）隶属鳞翅目（Lepidoptera）螟蛾总科（Pyraloidea），传统分类学将其作为螟蛾科（Pyralidae）的一个亚科，即草螟亚科（Crambinae）；但近年来有学者认为其应为一独立科（Munroe and Solis，1999；Solis，2007）。拟茎草螟属 *Parapediasia* 是基于模式种 *Crambus tenuistrigatus* 建立的（Bleszynski，1966），因该属的阳茎端部背面有形状各异的骨化结构而被认为是单系性，同时该属具有草螟族（Crambini）的特征，即前翅 R_5 脉独立，雌虫外生殖器第 8 腹板和阴片退化（Landry，1995）。拟茎草螟属在中南美洲和安的列斯群岛等地区记录有 9 种（Bleszynski，1967）。分布于北美区的拟茎草螟属种类中，从翅型和雌性生殖器特征来看，*P. ligonella* 和 *P. decorella* 的亲缘关系最为接近；*P. hulstella* 和 *P. torquatella* 是姊妹群，*P. teterrella* 与其他种类亲缘关系较远，可能更加接近该属分化较早的分支。从分布上来说，*P. decorella* 仅分布于东部大草原，从缅因到佛罗里达和德克萨斯；*P. hulstella* 仅见于加利福尼亚、科罗拉多和德克萨斯；*P. torquatella* 分布于亚利桑那、科罗拉多和新墨西哥（Landry，1995）；而 *P. teterrella* 广布于美国的低海拔地区，且扩散蔓延迅速，是危害最为严重的一个种（Tashiro，1987；Powell，1992）。

2011 年，我们在上海进行草坪病虫害调查时，发现了一种取食百慕大草坪 *Cynodon dactylon* 的未知害虫，种群数量较大，严重影响了当地草坪的正常生长。为此，我们根据形态学特性，确定了该虫的种名，进一步结合线粒体细胞色素氧化酶亚基Ⅰ（COI/cox1）的序列比对信息对其分类地位进行了核实，确定其为早熟禾拟茎草螟 *P. teterrella*。在此基础上，我们对其在上海地区草坪草上的危害状况进行了调查，并根据相关文献分析了其可能来源和潜在危险。

1　材料与方法

1.1　种类鉴定

1.1.1　形态鉴定：2011 年 6 月，从上海辰山植物园采集幼虫，在室内养至成虫，并将各个生长时期的虫态制作成标本供试。根据基于形态鉴定的传统昆虫分类法，结合最早的模式标本特征描述文献及后来的补充研究文献（Zincken，1821；Ainslie，1930；Landry，1995），对采集到的各虫态标本进行形态描述，以雄成虫外生殖器作为判断种名的依据。

1.1.2　分子鉴定：标本来源于 2011 年 6 月从上海辰山植物园采集到的高龄幼虫，以 95% 酒精保存供试。通过线粒体细胞色素氧化酶亚基Ⅰ（COI/cox1）测序进行分子遗传学鉴定（Hebert *et al*.，2003，2010），复核形态鉴定结果，具体方法如下：

（1）DNA 提取：采用天根血液/细胞/组织基因组 DNA 提取试剂盒提取。

（2）PCR 扩增：采用 COI 通用引物为 PCR 反应引物，序列为：

HCO2198：

5′-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3′；

LCO1490：

5′-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3′。

扩增体系：共 30 μL，包含 10.5 μL ddH_2O，15 μL Mix，5 μmol/L 上下游引物各 1.5 μL，1.5 μL DNA 模板。

循环程序：94℃ 5 min；94℃ 1 min，49℃ 1 min，72℃ 2 min，共 35 个循环；72℃ 7 min，并且 4℃保存 50 min（Folmer *et al*.，1994）。

（3）序列比对：PCR 产物经 1% 琼脂糖凝胶电泳检测后，送上海生工生物工程有限公司纯化并双向测序。用 DNAstar 7.0 对序列进行拼接，并提交 NCBI 网站获得序列号。测序结果在 NCBI 网站中进行 BLAST 序列比对，根据序列一致性确定对应的物种名。

1.2　发生危害调查

1.2.1　发生及生活习性：2011 年 6 月至 2012 年 8 月，选取上海市 12 个区县（徐汇区、闵行区、长宁区、松江区、浦东新区、普陀区、闸北区、黄浦区、虹口区、宝山区、青浦区、崇明县）。在各区县随机选取 1 ~ 2 块绿地进行实地调查，并记录所调查到

的寄主植物种类。结合室内饲养的方法，明确幼虫和成虫的生活习性。

1.2.2 危害状况：对选取绿地的多块矮生百慕大草坪进行检查。在每块矮生百慕大草坪上，采用随机取样法选取 10 个样方，样方大小为 10 cm × 10 cm。选取发生最为严重的百慕大草坪，计算平均虫口密度，作为该绿地的代表，得出每块绿地上矮生百慕大草坪上最高的平均虫口密度。

2 结果

2.1 形态鉴定及记述

根据供试成虫标本下颚须易见、鳞片排列成三角形和下唇须长等特征，确定该标本属于草螟科(Crambidae)昆虫；根据雄成虫外生殖器钩形突尖锐突起，末端向下弯曲等特征，确定其属于拟茎草螟属 *Parapediasia*，该属为中国的新纪录属；进一步综合雌雄标本外生殖器特征，明确其为早熟禾拟茎草螟 *Parapediasia teterrella* (Zincken, 1821)。该物种形态特征及分布记述如下。

***Parapediasia teterrella* (Zincken, 1821)，中国新纪录种**

Chilo teterrellus Zincken, 1821: 246 – 258.

Crambus camurellus: Clemens, 1860: 203 – 221.

Crambus terrellus: Zeller, 1863: 27.

Crambus teterellus: Grote, 1880: 77 – 80.

Parapediasia teterrella: Bleszynski, 1966: 451 – 498.

成虫(图 1：D)：体淡褐色，翅展 14.0 ~ 16.0 mm。额和头顶白色，下颚须上举，淡褐色，末端白色；下唇须前伸，白色，外侧淡褐色。触角背面白色，腹面淡褐色。颈片白色，两侧淡褐色；胸部白色；翅基片淡褐色。前翅灰色至淡褐色，亚外缘线灰白色，前端约 2/5 处外弯；翅外缘均匀分布 7 枚黑色斑点；缘毛灰色至淡褐色。后翅灰色至淡褐色；缘毛白色，近基部淡褐色。

雄性外生殖器(图 2：A)：爪形突端部尖细，末端稍微向下弯曲。颚形突窄而直。背兜大，腹面高度骨化。抱器瓣具发达的抱器背，抱器末端长而窄，膜质；抱器腹骨化；基腹弧窄；阳茎端基环高度骨化；阳茎短而粗。

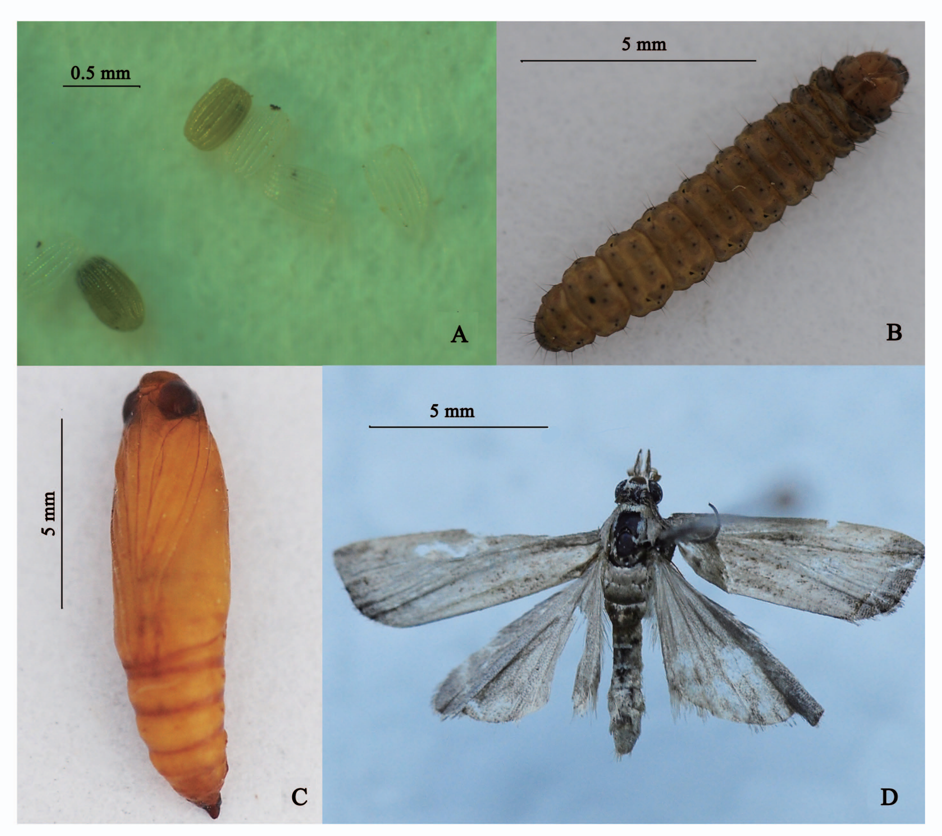


图 1 早熟禾拟茎草螟形态特征

Fig. 1 Morphology of *Parapediasia teterrella*

A: 卵 Egg; B: 幼虫 Larva; C: 蛹 Pupa; D: 成虫 Adult.

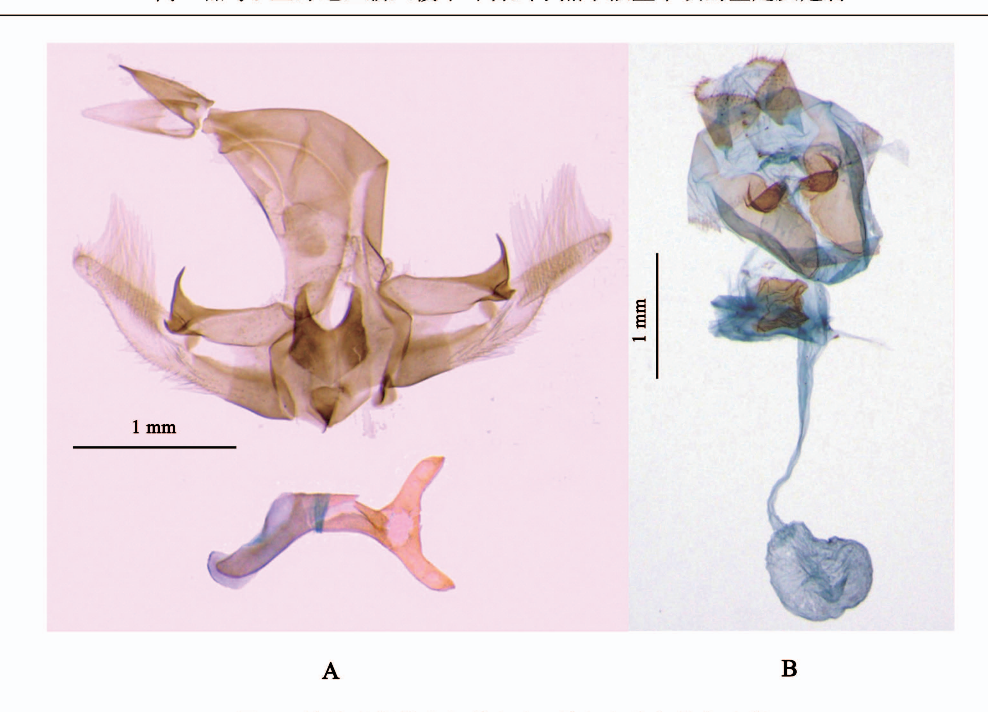


图 2　早熟禾拟茎草螟雄(A)、雌(B)成虫外生殖器
Fig. 2　Male (A) and female (B) genitalia of *Parapediasia teterrella*

雌性外生殖器(图 2：B)：肛突不分离。后生殖突很短，前生殖突退化。第 8 腹板背面窄，背板骨化度高，具两个对称的片状突起。囊导管长而窄，导管端部具有一个骨化度较高的片状结构；交配囊椭圆形，无明显的囊突。

卵(图 1：A)：卵圆柱形，两头稍钝，有 16 ~ 18 条纵向脊状突起，长 0.52 mm，宽 0.31 mm，初产时乳白色，后逐渐变为黄色，孵化前可以看到一黑色头壳，幼虫孵化后，卵壳呈蜡白色，形状保持不变。

幼虫(图 1：B)：低龄幼虫头深褐色至黑色，颈片褐色，横行，长约是宽的两倍，比头壳颜色略淡。取食前体淡黄色，近乎透明，取食后，身体呈圆柱形，可以看到暗绿色的食物颜色。随着龄期的增加，颜色逐渐加深，到达预蛹阶段后，头略缩于前胸，腹部体节明显缩短，尾部变窄，呈米黄色。

蛹(图 1：C)：蛹为被蛹，长约 9 mm，宽 2.5 mm，但个体差异较大。整体呈琥珀黄色，表面光滑。腹面可见 4 ~ 9 节，气门点明显。

分布：美国、日本和中国(上海)。

2.2　分子生物学鉴定

采用 COI 通用引物对被测昆虫样本基因组 DNA 进行 PCR 扩增后进行电泳，得到 700 bp 左右的单一条带。将测序获得的 656 bp 的序列在 GenBank 上进行比对，其与 *P. teterrellus* 的 4 个线粒体细胞色素氧化酶亚基Ⅰ(COI/cox1)序列覆盖率 100%，一致性 100%。同源性比对结果说明本文鉴定的草坪蛾类害虫即 *P. teterrella*，分子证据支持形态鉴定结果。656 bp 的 *P. teterrella* 的线粒体细胞色素氧化酶亚基Ⅰ(COI/cox1)序列已提交 GenBank(序列号：JX416292)。

2.3　发生和危害状况

在上海地区所有调查的区县均已发现有早熟禾拟茎草螟的危害，但危害程度不一。将各区县所调查到的发生最严重区域的百慕大草坪中的虫口密度进行统计后发现，崇明、浦东、黄浦等 3 个区县的发生轻微；而松江、青浦等 2 个区发生严重(表 1)。

2.4　寄主和生活习性

早熟禾拟茎草螟在上海地区的寄主植物共有 3 种，主要危害植物为矮生百慕大草坪，除此以外，在黑麦草 *Lolium perenne*、高羊茅 *Festuca arundinacea* 草坪上也有零星发现。幼虫食草坪草新叶及叶片，有时会将草茎切断，虫量较大时，整块草坪地上部分被啃食殆尽，此时可观察到，随着害虫向临近的早先未受害草坪转移，危害状呈现随日变化而向前推进的现象(图 3)。早熟禾拟茎草螟幼虫有昼伏夜出的规律，白天钻入植物基部土中 1 ~ 5 cm 处，晚上出来取食；成虫具有较强的趋光性。

表 1 早熟禾拟茎草螟在上海 12 区县绿地中的最高虫口密度(2011 年 6 – 7 月)

Table 1 Maximum population density of *Parapediasia teterrella* in different greening gardens from 12 districts in Shanghai (June – July, 2011)

区县 District or County	地点 Location	最高虫口密度(头/m^2) Maximum population density (individuals/m^2)
徐汇区 Xuhui District	上海植物园 Shanghai Botanical Garden	120 ± 12.3
闵行区 Minhang District	闵行体育公园 Minhang Sports Park	40 ± 9.7
长宁区 Changning District	中山公园 Zhongshan Park	60 ± 7.0
松江区 Songjiang District	上海辰山植物园 Shanghai Chenshan Botanical Garden	740 ± 40.3
	松江大学城 Songjiang College Town	200 ± 19.4
浦东新区 Pudong New District	世纪公园 Century Park	20 ± 4.2
普陀区 Putuo District	长风公园 Changfeng Park	60 ± 8.4
闸北区 Zhabei District	大宁灵石公园 Daning Lingshi Park	40 ± 5.2
黄浦区 Huangpu District	复兴公园 Fuxing Park	20 ± 4.2
虹口区 Hongkou District	鲁迅公园 Luxun Park	60 ± 9.7
宝山区 Baoshan District	顾村公园 Gucun Park	20 ± 6.3
青浦区 Qingpu District	东方绿舟 Oriental Oasis Park	500 ± 49.2
崇明县 Chongming County	陈家镇 Chenjia Town	20 ± 4.2

表中数据为平均值 ± *SE*。Data in the table are means ± *SE*.



图 3 早熟禾拟茎草螟危害草坪症状
(上海辰山植物园, 2011 年 6 月 16 日)

Fig. 3 Damage of *Parapediasia teterrella* on lawn
(Chenshan Botanical Garden, Shanghai, June 16, 2011)

3 结论与讨论

本文采用形态分类和分子生物学技术，首次确定在上海地区草坪草上发现了新害虫早熟禾拟茎草螟，同时这也是拟茎草螟属在中国的首次记录。调查表明，早熟禾拟茎草螟在上海的矮生百慕大草坪种植区发生已十分普遍，部分地区危害较为严重。

早熟禾拟茎草螟原产北美，在美国多数州都有分布，且数量巨大，在部分州曾被认为可能是种群数量最大的蛾类。在北美地区，正常年份都会对草坪造成严重破坏，在干燥的季节甚至会把草坪彻底毁灭(Ainslie, 1930; Potter and Braman, 1991)。目前，早熟禾拟茎草螟在上海地区的寄主主要为百慕大草坪；而根据文献记录，该虫的寄主范围十分广泛，除本文调查到的草坪草以外，还包括早熟禾 *Poa pratensis*、甘青针茅 *Syntherisma sanguinalis*、石茅 *Sorghum halepense*、鸭茅 *Dactylis glomerata*、金色狗尾草 *Setaria glauca*、剪股颖 *Agrostis matsumura*、猫尾草 *Phleum pretense*、小麦 *Triticum aestivum* 和黑麦 *Secale cereale* 等植物(Ainslie, 1930)，它们当中的部分植物是我国重要的农业经济作物。因此，该虫的发生不仅会对我国的草坪产业和园林景观造成危害，而且还可能对农作物生产存在潜在威胁，需引起重视。

从扩散历史来看，早熟禾拟茎草螟于 1964 年随百慕大草的引种调运，从美国乔治亚州传入日本兵库县，目前在日本已扩散到除了北部以外的大多数地区，并对当地草坪产业构成了巨大危害(Yoshida, 1990; Kiritani, 2000; Kiritani and Morimoto, 2004)。从中国的情况来看，虽然早熟禾拟茎草螟确切的传播途径和传入我国的时间尚需未来的深入研究，但基于上海市园林科学研究所从

1995 年开始的上海草坪害虫持续调查结果来看，历史上我们从未在上海发现过该虫踪迹，也无相关文献报道该虫在我国境内发生。因此，我们判断，早熟禾拟茎草螟是近年来新传入我国的外来害虫。根据目前的危害形势推测，该虫已至少在上海等长江下游地区扩散定殖，种群规模可能已达相当数量。该虫的传入危害已对本地草坪草的生长构成严重危害。基于我们近期开展的该新害虫在中国的风险分析结果，表明其在中国的风险等级为高风险(鞠瑞亭等，另文发表)。对比入侵物种的概念和相关必备因素，作者认为早熟禾拟茎草螟符合入侵物种条件，推测其属于新传入我国的外来入侵害虫。结合我国草坪产业的发展现状，建议对该虫在全国范围的发生状况进行普查，同时对来自发生区的草坪进行更严格的检查，采取积极措施控制该虫的进一步蔓延。

值得注意的是，在草坪中，早熟禾拟茎草螟的危害症状与淡剑灰翅夜蛾 *Spodoptera depravata*、稻切叶野螟 *Psara licarisalis* 等其他几种害虫较为相似，调查过程中易产生混淆。淡剑灰翅夜蛾、稻切叶螟等幼虫虽也会给草坪造成类似的危害状，但这两种害虫不会钻入植物根部以下危害，在田间调查和防治时，可据此进行区分。事实上，在生产实际中，早熟禾拟茎草螟、淡剑灰翅夜蛾和稻切叶螟常常混合发生，因此可以统防统治。

致谢　江西农业大学李卫春博士提供部分形态描述文字；湖南农业大学黄国华副教授、石河子大学陈刘生副教授提供部分文献和宝贵建议；瑞士自然历史博物馆 Bernard Landry 博士对早熟禾拟茎草螟种名的复核和确认。在此，对以上人员一并表示衷心感谢。

参考文献（References）

Ainslie GG, 1930. The bluegrass webworm. *U. S. Department of Agriculture Technical Bulletin*, 173: 1 – 26.

Bleszynski S, 1966. Studies on the Crambinae (Lepidoptera). Part 43. Further taxonomic notes on some tropical species. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 11(15): 451 – 498.

Bleszynski S, 1967. Studies on the Crambinae (Lepidoptera). Part 44. New neotropical genera and species. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 12(5): 39 – 110.

Clemens B, 1860. Contributions to American lepidopterology. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 12: 203 – 221.

Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R, 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3(5): 294 – 299.

Grote AR, 1880. Preliminary list of North American species of *Crambus*. *Canadian Entomologist*, 12: 77 – 80.

Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, deWaard JR, 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, 270: 313 – 321.

Hebert PDN, deWaard JR, Landry JF, 2010. DNA barcodes for 1/1000 of the animal kingdom. *Biology Letters*, 6(3): 359 – 362.

Kiritani K, 2000. Insect invasions in the world. *Insectarium*, 37: 224 – 235.

Kiritani K, Morimoto N, 2004. Invasive insect and nematode pests from North America. *Global Environmental Research*, 8(1): 75 – 88.

Landry BA, 1995. Phylogenetic analysis of the major lineages of the Crambinae and of the genera of Crambini of North America (Lepidoptera: Pyralidae). *Memoirs on Entomology International*, 1: 1 – 242.

Munroe E, Solis MA, 1999. Pyraloidea. In: Kristensen N ed. Lepidoptera, Moths and Butterflies, Vol. 1, Arthropoda, Insecta, Vol. 4, Part 35. Handbook of Zoology. Walter de Gruyter & Co. Berlin. 491 pp.

Potter DA, Braman SK, 1991. Ecology and management of turfgrass insects. *Annual Review of Entomology*, 36: 383 – 406

Powell JA, 1992. Recent colonisation of the San Francisco Bay area, California, by exotic moths (Lepidoptera: Tineoidea, Gelechioidea, Tortricoidea, Pyraloidea). *Pan-Pacific Entomologist*, 68(2): 105 – 121.

Solis MA, 2007. Phylogenetic studies and modern classification of the Pyraloidea (Lepidoptera). *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1): 1 – 9.

Tashiro H, 1987. Turfgrass Insects of the United States and Canada. Cornell University Press, Ithaca, NY. 391 pp.

Yoshida M, 1990. Bluegrass webworm. In: Handbook of Disease, Pest and Seed Weed Control in Turf-grass. Japan Plant Protection Association, Tokyo. 50 – 52.

Zeller PC, 1863. Chilonidarum et Crambidarum Genera et Species. Wiegandt et Hempel, Berlin. 54 pp.

Zincken JLTF, 1821. Nachtbag zur Monographie der Gattung. *Chilo. Mag. Ent.*, 4: 246 – 258.

（责任编辑：袁德成）